
La sécurisation de l'approvisionnement électrique au Liban : l'émergence de configurations hybrides

Publication réalisée dans le cadre du séminaire doctoral « L'énergie et l'espace » organisé les 14 juin, 17 mai et 12 avril 2019 par le groupe transversal « Ville et énergie » du Labex Futurs Urbains (Université Paris-Est).

<https://villeenergie.hypotheses.org/>

Alix Chaplain est doctorante au Centre de Recherches Internationales de Sciences Po Paris sous la direction d'Éric Verdeil (CERI, Sciences Po).

Contact : alix.chaplain@sciencespo.fr

Résumé

Du fait d'une dégradation structurelle du réseau conventionnel d'électricité, émergent au Liban des pratiques alternatives dans la production, la transmission et la distribution d'électricité. Alors même que le pays est électrifié à plus de 99%, la sous-production et une gestion erratique des infrastructures entraînent des délestages de 3 à 12 heures par jour, variables selon les régions et les localités. Dans ce contexte de rationnement structurel, le réseau conventionnel n'est plus le paradigme dominant, mais s'articule sous différentes formes avec d'autres dispositifs sur le plan matériel, organisationnel ou politique.

Ancrés dans le paysage urbain et dans les pratiques depuis plus de 30 ans, les groupes électrogènes fournissent 84% des ménages pendant les heures de rationnement (ACS, 2020) et sont aujourd'hui intégrés comme une norme dans le quotidien des libanais (Dana Abi Ghanem, 2018). En dépit de leur illégalité, ces dispositifs de fourniture sont tolérés voire encadrés par la puissance publique ce qui leur confère un statut de système « extra-légal pérennisé » (Gabillet, 2010). Parallèlement, les ménages, les grandes entreprises voire les municipalités se dotent de systèmes de production renouvelable locale depuis une dizaine d'années. C'est notamment le système hybride articulant réseau conventionnel, groupe électrogène diesel et panneaux photovoltaïques qui devient structurant dans les territoires les plus rationnés en électricité, passant de solution individuelle à collective.

Si le réseau reste un horizon structurant, ces dispositifs d'accès à l'électricité plus complexes et diversifiés sur le plan technologique et organisationnel émergent et tendent à s'inscrire durablement dans le paysage électrique libanais. Face à cette hétérogénéisation croissante et structurelle de l'offre et de la demande de fourniture d'électricité, les mécanismes de régulation locaux et nationaux posent question. De la sécurisation individuelle du réseau à l'autonomie énergétique les modèles présentés ci-dessous posent de nouveaux enjeux au système électrique national.

Remerciements

Nous tenons à remercier Pascale Trompette pour son temps et investissement dans l'amélioration de cet article. Nous remercions aussi l'ANR Hybridelec et le Centre libanais pour la conservation de l'énergie pour leur soutien dans la réalisation de nos missions de terrain.

Introduction

Du fait d'une dégradation structurelle du réseau conventionnel d'électricité, émergent au Liban des pratiques alternatives dans la production, la transmission et la distribution d'électricité. Alors même que le pays est électrifié à plus de 99%, la sous-production et une gestion erratique des infrastructures entraînent des délestages de 3 à 12 heures par jour, variables selon les régions et les localités. Lourdemment touché par la guerre civile puis la guerre de 2006, le secteur de l'électricité accumule les mauvaises performances techniques et financières, et doit être restructuré depuis près de 20 ans¹. L'opérateur national Électricité du Liban (EDL), endetté avec 30 milliards de déficits cumulés en 2018 (2^{ème} poste de la dette publique), est en sous-production structurelle avec un écart entre l'offre et la demande de 1,5 GW. A cet égard, le gouvernement libanais a publié différents plans de réforme du secteur dont la restructuration du tarif, l'augmentation de la production, et la réhabilitation des infrastructures existantes sont les principales mesures. Mais les controverses juridiques, le manque de ressources et l'instabilité politico-économique ont jusqu'à présent empêché leur mise en œuvre.

Dans ce contexte de défaillance de longue durée, les modes d'accès à l'électricité se multiplient et tendent à s'inscrire durablement dans le paysage énergétique (mini-réseaux diesels ou systèmes décentralisés renouvelables). Cette diversification des systèmes de fourniture répond à un objectif de sécurité énergétique et/ou de réduction de la facture pour les consommateurs individuels (entreprise ou ménage) ou collectifs (municipalité). Ces changements s'observent par le développement de dispositifs décentralisés renouvelables, avec une offre de services énergétiques dynamique et diversifiée, pour répondre à une demande croissante de solutions alternatives. Ces nouvelles configurations de fourniture déstabilisent les technologies, les modes de régulation et de gouvernance conventionnels. Contrairement aux idées courantes, la diversité des pratiques d'accès à l'électricité n'est pas résiduelle ou en marge du réseau, mais s'articule structurellement et sous différentes formes avec celui-ci. Les régulations techniques et politiques produites par et pour ces configurations de fourniture spatialisées et hétérogènes les pérennisent.

Considérant que territoire et système électrique sont co-constitutifs, une configuration de fourniture (Jaglin, 2012) se caractérise comme un ensemble de dispositifs sociotechniques, régulé, dynamique et situé dans un territoire physique, économique et sociopolitique singulier. Non seulement les mutations technologiques ont des effets sur l'espace urbain, mais réciproquement l'environnement urbain, sa matérialité et ses acteurs, façonnent la trajectoire des technologies. Les configurations électriques sont donc différenciées selon les territoires, c'est pourquoi nous mobilisons un ensemble de travaux relatifs à la spatialisation des services urbains (Gabillet, 2010 ; Jaglin, 2012 ; Coutard, Rutherford, 2010, 2016). Ces systèmes s'inscrivent dans des réseaux d'acteurs, des intérêts et des rationalités variés. En s'appuyant sur une littérature portant sur la politisation des systèmes sociotechniques dans l'espace urbain (Swyngedouw, 1997 ; Andrès Luque Ayala et Jonathan Silver, 2016) et un ensemble de travaux relatifs au lien entre pouvoir, territoire et infrastructure au Liban (Harb, 2010 ; Nucho, 2016 ; Fawaz, 2016 ; Bou Akar, 2018), nous souhaitons étudier le lien entre changement sociotechnique et logique de pouvoir.

Ainsi, ces changements énergétiques participent à la transformation du modèle national de fourniture d'électricité, et déstabilisent les rapports de pouvoirs et modes de gouvernance associés. Notre travail interroge donc dans quelle mesure les systèmes décentralisés renouvelables issus de processus de sécurisation, voire d'autonomisation énergétique, mettent en tension et modifient le modèle conventionnel en réseau. Dans un contexte de détérioration structurelle du réseau et de

¹ Pertes techniques et non techniques estimées à 40% dues à des problèmes de gestion des infrastructures comme le retard de paiement, le non-paiement et le vol d'électricité, mais aussi au tarif conventionnel inchangé depuis 1994 (Banque mondiale, 2008).

développement croissant des systèmes décentralisés, le Liban est un terrain pertinent pour observer la dimension structurelle et croissante de ce phénomène d'hétérogénéisation. Ces nouvelles configurations ne sont pas sans conséquences en termes de solidarité et d'équité sociospatiale, c'est pourquoi il s'agit d'analyser les territorialités produites (nouveaux périmètres, individualisation des pratiques, autonomisation). Pour cela, nous observons les régulations et politiques publiques énergétiques du Gouvernement, et soulignons le rôle essentiel des fournisseurs et des grands consommateurs dans le développement du marché des énergies renouvelables.

Une hétérogénéisation structurelle des pratiques d'accès à l'électricité

Ancrés dans les pratiques et dans le paysage énergétique local depuis plus de 30 ans, les groupes électrogènes fournissent l'électricité à 84% des ménages libanais pendant les heures de rationnement (ACS, 2020). En grande partie développés pendant la guerre civile comme systèmes compensatoires individuels et solidaires, les groupes électrogènes sont progressivement devenus des dispositifs marchands et collectifs de fourniture d'électricité. Ils sont aujourd'hui intégrés comme une norme dans le quotidien des libanais (Dana Abi Ghanem, 2018), et tolérés voire encadrés par la puissance publique en dépit de leur illégalité (Gabillet, 2010). En effet, excepté pour les concessions qui bénéficient d'un statut dérogatoire² ou de la signature d'un contrat d'achat d'électricité pour la production centralisée³, la vente d'électricité par les acteurs privés est interdite. L'opérateur national détient un quasi-monopole sur la production, la transmission et la distribution de l'électricité. Toutefois, sans pour autant l'institutionnaliser la puissance publique tolère le commerce des générateurs, le considérant comme un palliatif résiduel et temporaire aux coupures. Pour caractériser ce statut singulier, Pauline Gabillet mobilise le concept d'« extra-légal pérennisé » (Gabillet, 2010). La régulation économique et politique de ces systèmes dépend des rapports de force et du jeu politique local, la municipalité ayant un droit de regard variable sur les tarifs, les infrastructures et le périmètre d'action (Gabillet, 2010). Partant du postulat que la gestion de ce réseau complémentaire est différenciée selon les territoires, Pauline Gabillet compare la régulation du commerce de générateurs dans les villes de Borj Hammoud et de Jbeil. Dans le premier cas, c'est le parti national arménien fortement ancré dans la municipalité qui organise ce commerce sous l'égide d'un « ministre des générateurs » dans une logique de clientélisme politique et de « perpétuation d'un territoire confessionnel » (Gabillet, 2010). Dans le second cas, c'est la concession privée de distribution électrique de Jbeil soutenue par l'élite politique locale qui a évincé les propriétaires de générateurs existants afin de se répartir ce marché de fourniture électrique non-conventionnelle (logique de rente capitaliste). Pour informer les habitants du tarif, chaque municipalité utilise un mode de diffusion différent : journal local, chaîne de télévision, arrêté municipal, etc. Ainsi, en l'absence de norme nationale, la régulation du commerce des générateurs et notamment la relation marchande avec le client varient selon les territoires. Pendant longtemps, le tarif des abonnements a été fixé selon le nombre d'ampères, le prix du fioul et les heures de rationnement. Le MEE publie aujourd'hui une grille tarifaire pour uniformiser les prix des abonnements. Cependant l'application de celle-ci reste tributaire de la capacité et volonté de négociation de la municipalité. Mais les propriétaires de générateurs détiennent aujourd'hui des micro-monopoles territoriaux, ce qui leur assure une certaine marge de manœuvre⁴. Toutefois, depuis le 1^{er} octobre 2018 les propriétaires de générateurs collectifs sont tenus

² Les concessions sont des opérateurs privés hérités du mandat français qui distribuent de l'électricité fournie par EDL à un tarif préférentiel, sur un périmètre restreint.

³ Un « Power Purchase Agreement » est un contrat de long terme qui permet à un acteur privé de revendre toute sa production à l'opérateur principal à un tarif fixé en amont. L'octroi de ces licences de production est régulé par la Loi 288 de 2014, et signé en Conseil des Ministres. La procédure est relativement longue puisque dès 2010 le Ministre de l'énergie Gebran Bassil évoque un appel d'offre pour des fermes éoliennes qui ne sera signé qu'en décembre 2018, et qui n'est toujours pas appliqué.

⁴ Dans les territoires de faible densité, cette capacité de négociation est d'autant plus forte qu'il y a peu de propriétaires de générateurs prêts à investir dans ce commerce, et la municipalité ne peut pas jouer sur la concurrence.

d'installer un compteur afin de fournir à chaque abonné une facture relative à sa consommation réelle. Cette mesure du Ministère de l'Économie est très controversée par les propriétaires de générateurs qui n'ont pas hésité à couper le courant de leurs clients pour exprimer leur mécontentement. C'est le Comité central, une organisation non-officielle représentant les 7000 propriétaires de générateurs, qui a formulé cet appel à la grève afin de contester ces régulations étatiques préjudiciables à leurs activités marchandes⁵. Après 30 ans de régulation locale plus ou moins formelle, la reprise en main de ce système extra-légal pérennisé par l'Etat pose question.

En parallèle de ces deux réseaux complémentaires (EDL et générateurs), certains ménages, grandes entreprises voire municipalités installent des systèmes d'autoproduction renouvelable depuis une dizaine d'années. Au départ, les différents dispositifs de fourniture fossiles ou renouvelables se superposaient afin de mobiliser la ressource la moins coûteuse selon sa disponibilité (EDL, générateur ou énergie de sources renouvelables). Mais depuis quelques années, les différents dispositifs fusionnent en un tout pour faire système et assurer un meilleur service aux usagers. En effet, étant donné que l'énergie renouvelable est intermittente et que le réseau ne peut servir de système de stockage avec les coupures, les dispositifs renouvelables décentralisés nécessitent un système complémentaire. Pour cela, un projet du Programme des Nations unies pour le développement au Liban (PNUD – programme CEDRO⁶) a permis la conception et promotion d'un système hybride en réseau avec un groupe électrogène diesel et des panneaux photovoltaïques. Puisque le tarif conventionnel est très bas, l'acteur privé a tout intérêt à puiser sur le réseau conventionnel plutôt que de recourir au générateur quand l'énergie solaire n'est pas disponible. Plus d'une centaine de dispositifs photovoltaïques hybrides ont déjà été installés par le PNUD notamment dans des établissements publics et privés.

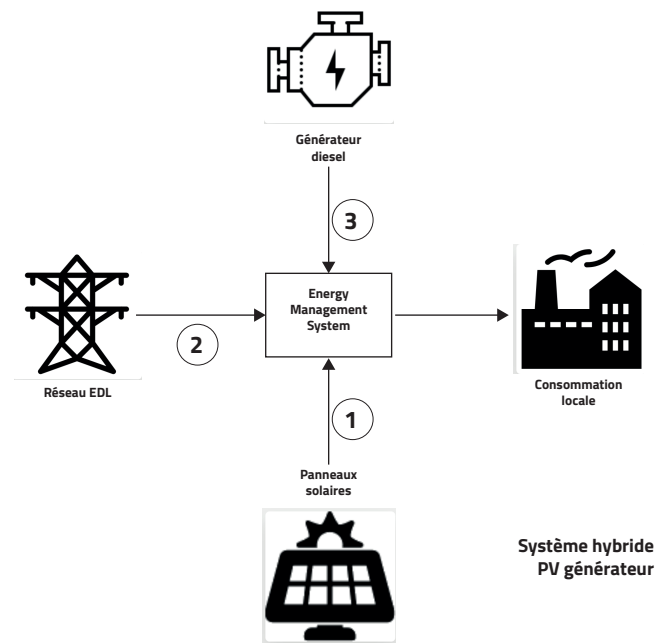


Figure 1. Système hybride photovoltaïque et diesel en réseau. Crédits de l'image : Alix Chaplain

⁵ Cette grève a eu des effets très variés dans les territoires selon la relation qu'entretiennent les propriétaires avec la municipalité et la capacité de mobilisation collective.

⁶ Programme CEDRO débuté en 2007: *Country Energy Efficiency and Renewable Energy Demonstration Project for the Recovery of Lebanon*.

A cet égard, les effets ségrégatifs de ces nouveaux systèmes renouvelables posent question : actuellement le coût de production de l'électricité conventionnelle est à 18 centimes de dollars par kWh et le tarif de revente EDL est fixé à 9 centimes. En conséquence, ce sont les gros consommateurs, et les territoires les moins rationnés notamment Beyrouth, qui profitent de ce tarif implicitement subventionné en consommant l'électricité conventionnelle. Mécaniquement, ce sont les ménages des territoires les plus rationnés qui doivent recourir aux générateurs dont le prix du kWh oscille autour de 27 centimes de dollars, soit trois fois le prix d'EDL⁷. Le système de redistribution conventionnel est donc régressif et creuse les inégalités sociales et territoriales (Verdeil, 2018). Présentement, ce tarif encourage peu à investir dans les énergies de sources renouvelables (ENR), mais l'incitation à l'autoproduction est plus forte dans les territoires plus rationnés. Certes, ce sont surtout les gros consommateurs qui ont les moyens d'investir (industries, commerces, ménages aisés, etc.), mais le retour sur investissement de ces systèmes renouvelables est plus rapide dans les territoires défavorisés par des coupures importantes. Ainsi, bénéficiant de l'énergie solaire et du tarif conventionnel à bas coût, les systèmes photovoltaïques en réseau sont les plus développés et représentaient 74% de la capacité photovoltaïque totale en 2018 (LCEC, 2019). Toutefois, le plan de réforme du secteur annoncé en avril 2019 par Nada Boustani avec la hausse du tarif de l'électricité de 180% vient bousculer cet équilibre. Les gros consommateurs qui restent actuellement raccordés au réseau pour son bas tarif seront vraisemblablement incités à l'autoproduction, voire à se désolidariser du réseau national. Ce nouveau tarif pourrait accélérer les changements actuels, et réduire la pression sur le réseau pour Électricité du Liban, mais aussi réciproquement ses recettes.

Si le réseau reste un horizon structurant, ces dispositifs d'accès à l'électricité plus complexes et diversifiés sur le plan technologique et organisationnel se multiplient et tendent à s'inscrire durablement dans le paysage électrique libanais. Le réseau conventionnel n'est plus le paradigme dominant, mais s'articule sous diverses formes avec d'autres dispositifs sociotechniques. Les politiques publiques, la structuration du marché des ENR, ainsi que les trois systèmes que nous exposons ci-dessous, illustrent ce processus durable et croissant d'hétérogénéisation des configurations électriques.

Le rôle des politiques publiques nationales dans les changements actuels

Afin de saisir le rôle de l'action publique dans ces phénomènes un premier terrain de trois mois a été réalisé au sein d'un organisme gouvernemental chargé des politiques publiques d'efficacité énergétique et de promotion des ENR : le Centre Libanais pour la Conservation de l'Énergie (LCEC). Le LCEC est un organe central de la gouvernance énergétique, au croisement entre organisations internationales, société civile et l'Etat. Créé comme projet par le PNUD en 2002, reconnu officiellement comme une institution en 2011, il est aujourd'hui le bras technique du ministère de l'Énergie et de l'Eau (MEE), mais accompagne aussi de nombreux acteurs privés dans leur stratégie énergétique.

Le secteur de l'électricité libanais est centralisé avec le quasi-monopole d'Électricité du Liban sous tutelle du MEE. Ce monopole laisse peu de marge de manœuvre aux municipalités qui ne sont pas autorisées à revendre une production d'électricité locale, renouvelable ou non. Un des relais locaux essentiel en matière d'énergies renouvelables est le Conseil du développement de la reconstruction qui pilote de nombreux projets financés par les bailleurs de fonds internationaux. Partisanes d'une plus grande décentralisation des questions électriques, les organisations internationales et non gouvernementales sont aussi des acteurs-clés dans l'inscription des ENR à l'agenda politique. Le Fonds Mondial pour l'Environnement, le PNUD, la Banque Mondiale, l'Union Européenne, la Ligue des pays arabes, la Force intérimaire des Nations unies au Liban (FINUL), et de nombreuses ONG ont

⁷ Ce tarif dépend aussi du prix du diesel, et il faut y ajouter le paiement d'un forfait annexe variable selon l'intensité de l'abonnement en ampères (environ 15 dollars pour 10 ampères).

considérablement contribué à la promotion des politiques publiques de transition énergétique. En conséquence, absents du paysage énergétique il y a dix ans les installateurs d'équipement renouvelables sont aujourd'hui très nombreux⁸. Aussi, les institutions bancaires sont un organe pivot des politiques énergétiques libanaises, principalement mises en œuvre grâce à des outils financiers (subventions et prêts). Ainsi, en l'absence d'autorité nationale et indépendante de l'énergie, le LCEC opère dans ce système complexe comme un intégrateur de ressources, et se positionne comme conseiller technique, pilote de projets mais aussi *designer* de politiques publiques.

C'est en 2009 lors du Sommet de Copenhague que le Gouvernement libanais s'est engagé auprès de la communauté internationale à développer les énergies renouvelables et à réduire ses émissions carbonées. L'objectif annoncé est que les ENR fourniront 12% de la demande en électricité et en chauffage thermique en 2020. Pour ce faire, le MEE avec le soutien du LCEC publie différents documents stratégiques fixant des objectifs nationaux en matière d'efficacité énergétique et d'énergies renouvelables⁹. En étroite partenariat avec la Banque Centrale du Liban et les bailleurs de fonds actifs sur le territoire, ces acteurs négocient progressivement différents instruments de politiques énergétiques : subventions et soutien technique à l'installation, prêt vert avec des taux entre 0 et 1% (« NEEREA loan »¹⁰), appels d'offres (chauffe-eau solaire, éclairage public solaire, systèmes photovoltaïques sur les établissements publics, fermes éoliennes et solaires de grande échelle, etc.), système d'échange d'électricité avec le réseau (*net metering*), etc. En pilotant deux programmes de subventionnement de systèmes de production décentralisée renouvelable (CEDRO et DREG), le PNUD permet la structuration progressive d'une expertise locale mais aussi la sensibilisation d'un public diversifié aux avantages des énergies vertes. Ainsi, pour mettre en œuvre cette politique énergétique le gouvernement mobilise des mécanismes de marché, incitatifs et non-coercitifs. Le but est d'encourager les acteurs privés à investir dans les énergies renouvelables, car les ressources publiques se font rares (crise économique et fiscale). Ces instruments d'action publique sont révélateurs d'une conception néolibérale de la régulation avec relativement peu de normes et une forte hostilité aux outils réglementaires et contraignants (Lascoumes, Le Galès, 2007). Cela n'est pas sans conséquence puisqu'aujourd'hui le marché des ENR est très compétitif, mais cette absence de régulation a permis à des fournisseurs peu qualitatifs d'entrer sur le marché (dysfonctionnements techniques usuels).

Un des outils essentiels de cette politique énergétique est le *net metering*, un mécanisme d'échange de production d'électricité entre un producteur local et l'opérateur. Le *net metering* est adopté en 2011 par un décret d'EDL suite à un important travail de *lobbying* du PNUD et du LCEC. Chaque acteur disposant d'un système de production locale peut puiser sur le réseau quand cela est nécessaire ou injecter sur le réseau en cas de surplus. Le *net metering* est particulièrement adapté aux petits projets décentralisés dont le but est l'autoproduction et non pas le profit (contrairement au *feed-in tariff*). En revanche, ce mécanisme ne subventionne pas les ENR puisqu'il fonctionne avec un système de crédit dans lequel 1 KWh d'énergie conventionnelle est égal à 1 KWh d'énergie solaire. Par ailleurs, si le surplus est très important notamment entre mars et décembre qui sont les mois les plus ensoleillés, tous les crédits sont remis à zéro à la fin de l'année fiscale et ne pourront pas être consommés l'année suivante. Toutefois, en institutionnalisant un mécanisme à la fois réglementaire et technique d'hybridation entre le réseau conventionnel et la production décentralisée, la puissance publique ancre durablement une plus grande diversité de productions dans le système national et rend plus rentables ces nouvelles formes de fourniture d'électricité.

⁸ Il y a 66 entreprises dans la production photovoltaïque et plus de 150 installateurs de chauffe-eaux solaires (LCEC, 2019).

⁹ First National Energy Efficiency Action Plan for the Republic of Lebanon en 2011; Second National Energy Efficiency Action Plan and First National Renewable Energy Action Plan en 2016.

¹⁰ Cette ligne de crédit à taux d'intérêt très bas est financée par l'Union Européenne et le Gouvernement Libanais, gérée par la Banque Centrale du Liban et distribuée par les banques commerciales.

En conséquence, le marché des énergies renouvelables s'est massivement développé, de 330 kWp en 2010, la capacité photovoltaïque totale est passée à 56,37 MWp en 2018, sachant que l'objectif est d'atteindre 100 MWp en 2020 (LCEC, 2019). Entre un réseau défaillant et une facture élevée des générateurs, l'énergie solaire devient très compétitive : en 2018, le coût d'un kWh généré par l'énergie solaire est en moyenne de 5 centimes de dollar, et le coût global d'un module photovoltaïque de 1 227 dollars par kWc installé (LCEC, 2019). En effet, la réduction du prix des composants et des coûts d'installation, ainsi que la structuration d'une expertise nationale grâce au climat concurrentiel et peu régulé du marché des ENR, ont permis une baisse drastique des prix d'équipement et d'exploitation des systèmes photovoltaïques.

Des configurations électriques et d'acteurs variées : des solutions individuelles aux projets collectifs

De la sécurisation individuelle du réseau à l'autonomie énergétique, les configurations émergentes répondent à des enjeux hétérogènes et posent de nouveaux dilemmes au système électrique national. Le premier système présenté, articulés plusieurs dispositifs photovoltaïques en réseau et hors-réseau, alimente un établissement scolaire, le « Welfare Orphan Society » à Saïda et montre dans quelle mesure une institution peut devenir actrice de la sécurisation de son réseau. Le second cas d'étude porte sur un système technique et économique expérimental de mini-réseau hybride actuellement déployé dans la municipalité de Kabrikha dans le cadre d'un projet expérimental du PNUD. Le dernier cas d'étude, à l'initiative de la Concession de Zahlé, articule réseau conventionnel national, réseau diesel de la Concession et enfin dispositifs individuels renouvelables. Cette configuration électrique de grande échelle assure un courant 24h/24 et existe grâce à la présence d'un acteur privé singulier au Liban en négociation avec l'Etat pour imposer une régulation locale.

Des institutions actives dans la sécurisation énergétique de leur réseau, le cas du Welfare Orphan Society à Saïda

A Saïda, les responsables de l'établissement scolaire Welfare Orphan Society ont décidé de développer l'autoproduction renouvelable pour couvrir de forts besoins en électricité (400 kWc lors des pics)¹¹. Parallèlement à un vaste programme d'efficacité énergétique, l'entreprise HEHT installe en 2015 un premier système photovoltaïque hors réseau avec batteries de 62 kWc, puis en 2016 c'est l'entreprise Solarnet¹² qui développe un second système photovoltaïque hybride diesel en réseau de 303 kWc. La production off-grid est uniquement destinée à couvrir la consommation des résidences étudiantes notamment le soir grâce au stockage de l'énergie solaire sur les batteries. En revanche, la production on-grid est articulée avec l'énergie du réseau conventionnel ou des générateurs pendant le délestage, pour être ensuite redistribuée dans tous les bâtiments du complexe. Le système hors réseau est financé par des fonds personnels et un prêt auprès de la Koweït Bank à hauteur de 162 138 dollars, tandis que le dispositif hybride en réseau de 444 085 dollars repose à 40% sur un prêt vert NEEREA accompagné d'une subvention du PNUD, et à 60% sur des fonds personnels¹³. L'établissement scolaire est propriétaire et gestionnaire de ce système avec deux employés en charge de celui-ci. Les responsables ont donc articulé différents dispositifs sociotechniques afin d'assurer leur sécurité énergétique et réduire leur facture. Les dépenses liées aux groupes électrogènes ont drastiquement baissé, passant de 5 à 2 générateurs complémentaires de 500 et 250 kVa achetés auprès de l'entreprise de fabrication libanaise Jubaili Bros. En revanche, la facture conventionnelle reste élevée car la

¹¹ Welfare Orphan Society est une organisation non gouvernementale qui fournit des services d'hébergement, éducatifs, pédagogiques, ou encore de santé aux enfants vulnérables.

¹² SOLARNET est une entreprise libanaise spécialisée dans l'installation de systèmes de production photovoltaïque centralisés et décentralisés (secteur résidentiel, commercial et industriel).

¹³ L'investissement total pour l'ensemble du programme de production renouvelable et d'efficacité énergétique est de 1,31 million de dollars, et repose donc majoritairement sur les fonds propres du Welfare Orphan Society. Ces fonds sont collectés par des donations, mais aussi des recettes car la fondation loue certains espaces (entreprises, logements étudiants, etc.).

réduction de la consommation permise par l'autoproduction, ainsi que l'énergie réinjectée sur le réseau ne sont pas prises en compte. La compagnie nationale a plus d'un an de retard dans la collecte des factures, et les délais pour l'acceptation du *net metering* sont très importants¹⁴. Aussi, nos interlocuteurs nous ont confié avoir eu des problèmes techniques affectant la production et les économies (batteries usées très rapidement, instabilité de la production et sous-production).

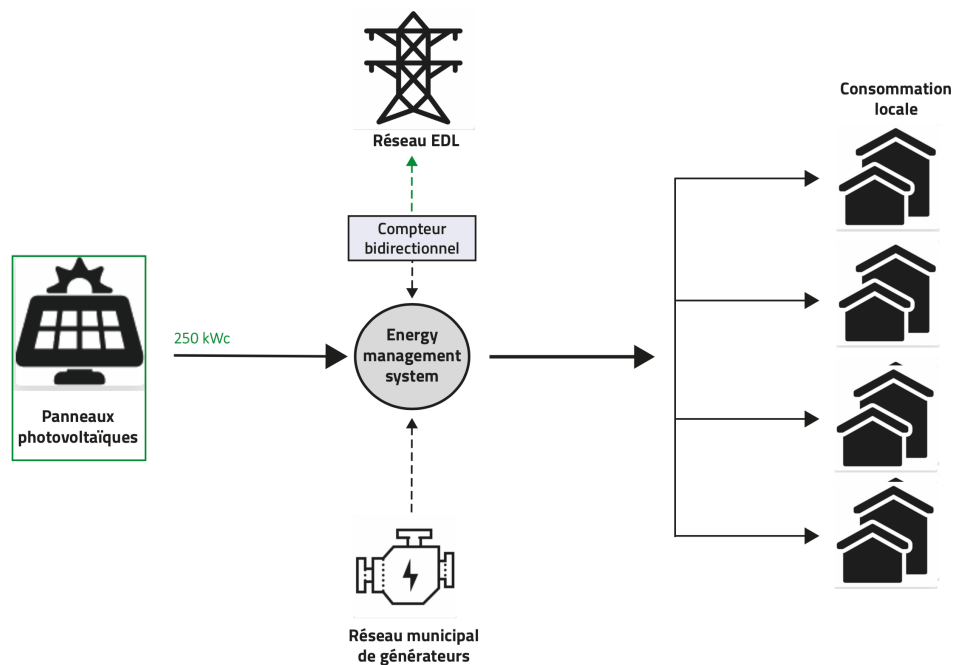
En dépit de ces obstacles, ce type de dispositifs hybrides prolifère sur le territoire national dans des institutions comme l'armée, les ministères, les hôpitaux, mais surtout les entreprises industrielles et commerciales qui ont les moyens et surtout le besoin d'assurer leur propre sécurité énergétique. Ces systèmes photovoltaïques sont particulièrement attractifs pour les établissements scolaires puisque horaires de production d'énergie solaire et horaires scolaires se superposent largement, rendant les systèmes de stockage de l'électricité moins nécessaires.

Rééchelonnement des configurations électriques hybrides : une production municipale décentralisée hybride à Kabrikha

La rentabilité et la sécurité assurées par ces dispositifs hybrides ont conduit à un changement d'échelle et à un glissement de leur portée passant de solution mobilisée par des entreprises ou des ménages à un dispositif collectif de fourniture d'électricité. Dans la commune de Kabrikha, le projet CEDRO de l'UNDP lance en 2014 une initiative expérimentale financée par l'Union Européenne à hauteur de 300 000 dollars dans le but de tester le *net metering* à l'échelle municipale. L'entreprise Phoenix Energy, une branche libanaise de la filiale internationale INDEVCO¹⁵, est sélectionnée pour installer un système hybride composé d'un parc photovoltaïque de 250 kWc et de plusieurs générateurs pour alimenter en électricité 124 ménages. La gestion et la propriété du mini-réseau hybride appartient à un Comité de l'énergie regroupant tous les habitants qui participent au projet. Avec le Comité, la municipalité doit facturer pour chaque ménage la baisse de consommation diesel liée à l'énergie solaire injectée dans le réseau municipal de générateurs, tandis qu'EDL est supposé être en charge du calcul de réduction réalisée sur le réseau conventionnel. C'est pourquoi pour mettre en œuvre ce mini-réseau hybride, la municipalité doit détenir son propre réseau de générateur avec un système d'abonnement pour ses habitants. Kabrikha est choisie par l'équipe de CEDRO car elle détient dès 2014 un réseau diesel unifié. En vertu de ce cadre expérimental proposé par l'UNDP et accepté par la compagnie nationale EDL, la municipalité est autorisée à titre exceptionnel à vendre de l'électricité à ses résidents. Ce mini-réseau hybride a été pensé pour des municipalités plutôt rurales dans lesquelles le coût et la disponibilité des terrains permet l'installation des parcs solaires. Ce système expérimental de *led-community net metering* n'est pas encore généralisé, mais de nombreuses municipalités ayant unifié leur réseau de générateurs souhaitent le mettre en place. Théoriquement, ce système doit permettre une réduction *a minima* de 30% de la facture mensuelle pour chaque ménage. Toutefois, son institutionnalisation nécessite une implication plus forte d'EDL, car elle se limite actuellement à l'acceptation de cette expérience par la compagnie nationale. L'entreprise publique est actuellement dans l'incapacité de calculer ce type de facture, et le statut juridique de ce type de *net metering* n'est pas encore validé.

¹⁴ Les responsables ont attendu la validation du *net metering* pendant 3 ans ce qui retarde le délai de retour sur investissement de ces dispositifs avec un surplus d'électricité solaire gratuitement réinjecté sur le réseau national.

¹⁵ Industrial Development Company (INDEVCO) est une firme multinationale de production industrielle et de conseil en énergie basée au Liban.



Led-community net metering à Kabrikha

Figure 3. Système hybride photovoltaïque diesel avec un dispositif de *net metering* à l'échelle municipale. Crédits de l'image : Alix Chaplain.

De manière moins institutionnalisée, les initiatives des municipalités pour réduire la facture et assurer un accès continu à l'électricité à leurs résidents se multiplient. Dans la commune de Bchaalé, en partenariat avec l'entreprise E24 la municipalité a décidé de développer un parc solaire avec batterie de 155 kWc. Actuellement, Energy 24 est fabricant de systèmes photovoltaïques mais par ce projet pilote son objectif est de devenir un fournisseur d'énergie avec un système d'abonnement mensuel, au même titre que les propriétaires de générateurs. L'entreprise privée Energy 24 a négocié avec la municipalité un contrat de 9 ans renouvelable par lequel elle s'engage à fournir 10 ampères d'électricité à chaque ménage pendant les coupures, et ce pour un tarif fixé de 26 centimes de dollars le kWh (Gemayel, 2019). L'entreprise a financé l'ensemble de la ferme solaire pour 330 000 dollars, et reste propriétaire et gestionnaire du système. Ce projet reste controversé et non reconnu par la puissance publique puisque sur le plan légal la vente d'électricité par un acteur privé sans licence est interdite. Le tarif du kWh photovoltaïque reste relativement élevé par rapport aux générateurs, mais grâce à un système cartes à prépaiement les habitants maîtrisent leur facture énergétique. Si ces revendications restent hypothétiques, d'autres municipalités souhaitent développer leur production photovoltaïque dans le but d'évincer les générateurs voire se désolidariser du réseau conventionnel, ce qui atteste de processus d'autonomisation diversifiés.

Électricité de Zahlé, articuler les réseaux et les objets à grande échelle pour sécuriser son réseau

Enfin, à une échelle plus large, l'opérateur privé Électricité de Zahlé, concessionnaire en charge d'un périmètre de 236 km² sur 16 municipalités, illustre différentes dynamiques d'hybridation. Héritées du mandat français, les concessions ont arrêté leur production locale en 1969, ne gardant comme seule responsabilité que la distribution de l'électricité achetée à un tarif préférentiel auprès d'EDL. Mais afin de fournir un courant 24h sur 24 à ses 65 000 abonnés, EDZ décide en 2015 de relancer sa production autonome par la location d'une soixantaine de générateurs auprès d'AGGREKO. En décentralisant une partie de la production, la concession de Zahlé revendique une forme d'autonomie par rapport à un

système national défaillant, mais aussi par rapport au réseau des générateurs¹⁶. Suite à l'expiration de son contrat de concession et d'importantes controverses avec le Gouvernement fin 2018, EDZ obtient une loi du Parlement lui permettant de continuer à produire localement légalement. EDZ devient alors exclusivement gestionnaire du réseau tandis que la propriété des infrastructures revient à EDL. L'attachement des usagers au service de qualité EDZ, mais aussi les rapports de pouvoir entre élite locale et nationale ont permis l'octroi de ce statut exceptionnel, témoignant de la nature contestée et politisée des systèmes d'infrastructure.

En outre, la Loi de 2011 relative au *net metering* rend obligatoire pour EDL et les Concessions, l'acceptation systématique du contrat d'échange d'électricité pour des projets de basse tension majoritairement dans les bâtiments résidentiels¹⁷. Or il est intéressant de noter que les ménages et entreprises ont développé de nombreux projets photovoltaïques dans le périmètre d'EDZ afin de réduire leur facture. Puisque le service est continu le réseau peut servir de système de stockage ce qui rend inutile le générateur ou les batteries, et permet une baisse drastique du coût du dispositif renouvelable. En conséquence, 91% des kWh photovoltaïques produits dans le périmètre de l'opérateur sont en réseau contre 63% au niveau national¹⁸. Aussi, l'installation du *net metering* est très rapide car une équipe entière est dédiée aux candidatures. La concession de Zahlé aurait d'après nos sources 3 fois plus de projets en *net metering* qu'Électricité du Liban (de l'ordre de 150 à 350 compteurs installés). Toutefois, si l'autoproduction permet de réduire la pression sur le réseau local, cela a des conséquences sur le modèle économique de la Concession EDZ. L'installation des compteurs bidirectionnels est à la charge du concessionnaire¹⁹, et si la demande d'électricité auprès d'EDL baisse, les profits perçus sur la vente de sa production et celle rachetée auprès d'EDL seront moindres, alors même que les coûts fixes restent constants. De grandes incertitudes restent prégnantes pour le futur de cette configuration électrique car le modèle économique de la Concession est déstabilisé par le développement des systèmes individualisés de production, et que les conditions du contrat d'exploitation signé avec EDL en 2019 sont encore floues. Cette configuration reste une singularité, car elle résulte des rapports de pouvoir entre les forces politiques et les élites économiques locales et vient reconfigurer les circuits existants (Verdeil, 2019).

¹⁶ En 2015, l'éviction de plus de 300 générateurs localisés dans le périmètre de la Concession est un processus très conflictuel.

¹⁷ Ces projets de basse tension sont fixés par la loi à 3X100 ampères, et doivent être acceptés s'ils respectent les conditions techniques et juridiques fixées. Au-delà de cette limite, la concession/EDL doit entamer des négociations avec le responsable pour assurer la sécurité du réseau, et fixer les conditions techniques de ce contrat de *net metering* (voltage et fréquence pour des projets de plus grande échelle, notamment industriels).

¹⁸ Ces chiffres ainsi que les cartographies ci-dessous reposent sur une base de données de 2018 obtenue auprès de l'UNDP.

¹⁹ Le coût s'élèverait à 100 \$ pour un compteur single phase, et 300\$ pour un compteur triphasé (entretien avec un employé EDZ, mars 2018).

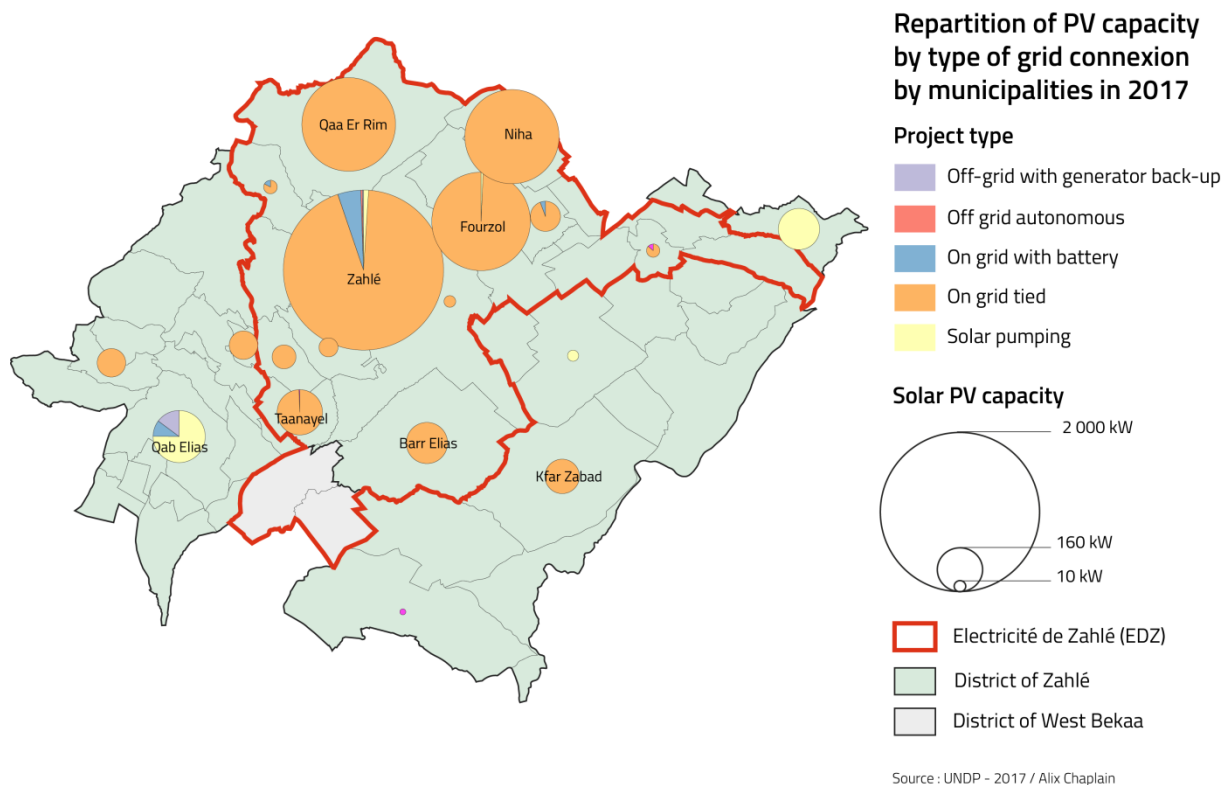


Figure 4. Représentation cartographique de la répartition de la capacité photovoltaïque en kW dans le Caza de Zحلة (périmètre EDZ/ hors périmètre EDZ). Crédits de l'image : Alix Chaplain.

Conclusion

Les trois configurations présentées illustrent la diversité des modes d'accès à l'électricité qui se développent en parallèle du conventionnel, chacune étant le produit d'un arrangement plus ou moins territorialisé (réseau d'acteurs, composition socioéconomique et morphologie physique du territoire). De la sécurisation individuelle du réseau à l'autonomie énergétique collective, les processus d'autonomisation des acteurs divergent dans leur dimension matérielle, socio-économique ou politique (Jaglin, 2019). En développant des systèmes de production locale, les grands consommateurs tels que les entreprises commerciales et industrielles, les hôpitaux et les institutions publiques, acteurs impliqués dans leur fourniture, viennent bouleverser le système national. Les configurations émergentes modifient les périmètres existants et déstabilisent, voire marginalisent, les régulations conventionnelles. Le renforcement de systèmes individualisés a des conséquences sur la cohésion sociale et territoriale associée au modèle centralisé du réseau, le risque étant que certains espaces se désolidarisent et forment des clubs qui contournent le réseau (Jaglin, 2008). Pour aller plus loin, on peut se demander si l'hétérogénéisation des configurations de fourniture conduit à une forme de territorialisation de l'action collective (Dubresson, Jaglin, 2005), à un changement dans la géométrie des espaces et la déstabilisation des rapports de pouvoir existants. Pour assurer la cohésion technique, financière et politique entre cette diversité de dispositifs sociotechniques, la puissance publique devra définir de nouvelles modalités de régulation. Mais actuellement la position du Gouvernement et d'EDL reste ambiguë et témoigne de la résistance du modèle centralisé (collaboration faible, absence de cadre légal, réformes bloquées). D'autant que la généralisation des dispositifs présentés ci-dessus reste bloquée par le manque de financement et d'expertise des acteurs individuels, et que leur modèle économique reste précaire (incertitudes sur l'équilibre tarifaire, inégalités dans l'accès aux subventions et conséquences de la crise économique). En définitive, ce phénomène structurel de diversification brouille les frontières entre système centralisé et décentralisé, légal et illégal, ou énergies fossiles et renouvelables, et ce sont des configurations de fourniture d'électricité de plus en

plus hétérogènes, spatialisées, et évolutives qui se stabilisent. Se pose alors la question de comment, à quelle échelle et qui régule cette diversité, ainsi que des effets des configurations émergentes en termes de territorialités et de justice énergétique, ce que le contexte libanais permet d'observer.

Bibliographie

ABI GHANEM Dana (2018). "Energy, the City and Everyday Life: Living with Power Outages in Post-War Lebanon", *Energy Research & Social Science*. URL : <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.11.012>

Banque Mondiale (2008). *Republic of Lebanon: Electricity Sector Public Expenditure Review*, Rapport N°41421-LB..

BOU AKAR Hiba (2018). *For the war yet to come*, Stanford University Press.

Central administration of statistics, International Labour Organization, European Union (2020). *Labour Force and Household Living Conditions Survey 2018-2019 Lebanon*. URL: <http://www.cas.gov.lb/images/Publications/Labour%20Force%20and%20Household%20Living%20Conditions%20Survey%202018-2019.pdf>

COUTARD O., RUTHERFORD J. (2010). « Energy transition and city–region planning: understanding the spatial politics of systemic change », *Technology Analysis & Strategic Management*, 22:6, 711-727.

COUTARD O., RUTHERFORD J. (2016). *Beyond the Networked City: Infrastructure Reconfigurations and Urban Change in the North and South*, London: Routledge.

DUBRESSION Alain, JAGLIN Sylvie (2005). « Gouvernance, régulation et territorialisation des espaces urbanisés : approches et méthode », in ANTHEAUME Benoît (ed.), GIRAUT F. (ed.) *Le territoire est mort : vive les territoires ! : une refabrication au nom du développement*, Paris : IRD éditions.

FAWAZ Mona (2016). "Exceptions and the Actually Existing Practice of Planning: Beirut (Lebanon) as Case Study", *Urban Studies*, 54, no. 8, 1938–55.

GABILLET Pauline (2010). « Le commerce des abonnements aux générateurs électriques au Liban. Des modes de régulation locaux diversifiés », *Géocarrefour*, Vol. 85/2, pp. 153-163. URL : <http://journals.openedition.org/geocarrefour/7861>

GEMAYEL Fouad (2019). "Electricity : when Lebanese villages go green", *Le commerce du Levant*. URL : <http://www.lecommercedulevant.com/article/28808-electricity-when-lebanese-villages-go-green>

HARB Mona (2010). *Le Hezbollah à Beyrouth (1985 – 2005). De la banlieue à la ville*, Paris/Beyrouth, Karthala/IFPO.

JAGLIN Sylvie (2008). "Differentiating networked services in Cape Town: Echoes of splintering urbanism?", *Geoforum*, Volume 39, Issue 6.

JAGLIN Sylvie (2019). « Autonomie et réseau électrique en Afrique : des expérimentations rurales aux hybridations urbaines », F.Lopez, M.Pellegrino, O.Coutard (dir.), *Les territoires de l'autonomie énergétique : Espaces, échelles et politiques*, éd. ISTE.

JAGLIN Sylvie, et VERDEIL Éric (2013). « Énergie et villes des pays émergents : des transitions en question. Introduction », *Flux*, vol. 93 - 94, no. 3, pp. 7-18.

JAGLIN, Sylvie (2012). « Services en réseaux et villes africaines : l'universalité par d'autres voies ? », *L'Espace géographique*, vol. 41, n° 1, pp. 51-67.

LASCOURMES Pierre, Le GALES Patrick (2007). "Introduction: Understanding Public Policy through Its Instruments-From the Nature of Instruments to the Sociology of Public Policy Instrumentation", *Governance: An International Journal of Policy, Administration, and Institutions*, Vol. 20, No. 1, January, pp. 1–21. DOI : 10.1111/j.1468-0491.2007.00342.x

Lebanese Center for Energy Conservation (2019). *2018 Solar PV Status Report for Lebanon*, Lebanese Center for Energy Conservation.

LUQUES-AYALA et SILVER (2016). *Energy, Power and Protest on the Urban Grid*, London, Routledge.

Nucho (2016). *Everyday Sectarianism in Urban Lebanon: Infrastructures, Public Services, and Power*, Princeton University.

SWYNGEDOUW E. (1997). "Power, Nature, and the City. The Conquest of Water and the Political Ecology of Urbanization in Guayaquil, Ecuador: 1880–1990", *Environment and Planning A: Economy and Space*, vol. 29, no. 2, pp. 311–332.

UNDP-CEDRO (2018). *Energy Efficient Home Appliances: Perspectives from Lebanese Consumers*, UNDP-CEDRO, Beirut, Lebanon. URL : <https://www.undp.org/content/dam/lebanon/docs/Energy%20and%20Environment/Publications/CE-DRO%20-%20Energy%20Efficient%20Home%20Appliances.pdf>

VERDEIL Éric (2018). « Subventions électriques invisibles : le privilège beyrouthin », *Blog Rumor*, URL : <https://rumor.hypotheses.org/4273>

VERDEIL Éric (2019). "Securitisation of urban electricity supply. A political ecology perspective on the cases of Jordan and Lebanon" in Haim Yacobi et Mansour Nsarra (eds.), *Routledge Middle Eastern Cities Handbook*, Routledge, p. 246-264. URL: <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-02176158/>